江蓠渣发酵培养物对断奶仔猪生长性能和直肠微生物菌群的影响

李泳宁[1]　朱宏阳[1]　吴　焜[2]　连建芸[2]　肖美添[3]

(1.福建卫生职业技术学院，福州 350101；2.福建省新闽科生物科技开发有限公司，福州 350008；3.华侨大学化工学院，厦门 361021)

摘　要：本试验旨在研究江蓠渣发酵培养物对断奶仔猪生长性能和直肠微生物菌群的影响。试验选用 28 日龄健康断奶仔猪 210 头，随机分为 7 组，每组 3 个重复，每个重复 10 头。对照组饲喂基础饲粮，试验组分别饲喂在基础饲粮上添加 0.10%、0.25%和 0.50%江蓠渣或江蓠渣发酵培养物的试验饲粮。结果表明：与对照组相比，江蓠渣对仔猪的生长性能没有显著影响(P>0.05)；而江蓠渣发酵培养物能显著提高仔猪的平均日增重(P<0.05)，显著降低料重比和腹泻率(P<0.05)，并显著降低粪便的含水量和大肠杆菌数量(P<0.05)。其中 0.10%试验组效果较好，与对照组相比，料重比和腹泻率分别降低了 7.34%和 52.86%(P<0.05)；直肠中乳酸杆菌数量提高了 45.73%(P<0.05)，大肠杆菌数量降低了 16.48%(P<0.05)；粪便中的含水量和大肠杆菌数量也分别降低了 12.63%和 25.68%(P<0.05)。由此可见，饲粮添加 0.10%江蓠渣发酵培养物能有效提高仔猪的生长性能，降低料重比和腹泻率，改善直肠中的微生物菌群。

关键词：江蓠渣；发酵培养物；仔猪；生长性能；直肠微生物菌群

中图分类号：S816.73　　　　文献标识码：A　　　　　文章编号：

我国是世界上海藻产量最大的国家，江蓠是其中一种重要的大型经济类海藻，由于其具有藻体大、适应性强、生长快等优点，是目前提取琼胶的主要原料[1-2]。江蓠主要成分由多糖类和粗纤维构成，还有相当含量的蛋白质和脂肪，且富含矿物质和维生素等成分[3]。目前江蓠主要用作提取琼胶，部分用于食品和鲍鱼饲料，也有相关报道用于净化养殖水体和开发保健产品[4-8]。江蓠渣是提取琼胶后的废渣，据测算，生产 1 t 琼胶大约会产生 2.5 t 废渣(干基)，而福建省年产琼胶大约 4 000 t，每年约有 1 万 t 以上的废渣没有得到有效利用，不仅浪费了资源，而且还污染了环境[9]。

江蓠渣主要以粗纤维素为主，含量高达 50%以上，其次是蛋白质，含量为 10%~20%，同时还残留一定含量的琼胶，是一种较为丰富的营养基质。目前，对江蓠渣的利用主要采用化学法或酶法对纤维素进行改性，用于制备膳食纤维和羧甲基纤维素[9-12]，而其中的蛋白质和残留琼胶并未得到合理利用。因此，本试验以江蓠渣中的纤维素、蛋白质和残余琼胶为主要基质并辅助一定量的淀粉、豆粕和微量元素等作为微生物发酵培养基，利用地衣芽孢杆菌、酿酒酵母菌和嗜酸乳杆菌等复合微生物菌剂的协同发酵作用，提高江蓠渣的产品价值，并研究其在断奶仔猪上的适宜添加量和效果，从而开发成一种含有益生菌的功能性饲料产品。

1　材料与方法

1.1　试验材料

江蓠渣由福建省金燕海洋生物科技股份有限公司提供，江蓠渣发酵培养物由本实验室制备。

1.2　试验设计

选取 28 日龄健康“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪 210 头，初始均重为(8.11±0.36) kg，随机分成 7 组，每组 3 个重复，每个重复 10 头。具体试验设计如表 1 所示，江蓠渣和江蓠渣发酵培养物直接添加到每吨基础饲粮中。基础饲粮组成及营养水平见表 2。试验猪场为福

收稿日期：2015-08-01

基金项目：福建省科技厅重点项目（2012N0012）；海洋公益类行业科研项目专项经费（20130501-2）

作者简介：李泳宁（1979—），男，福建诏安人，博士，讲师，主要从事微生态制剂研究。E-mail：yongningli@163.com

建闽清某猪场。试验期 28 d。

表 1　试验设计

Table 1　Experiment design

项目 Items	饲粮 Diets
对照组 Control group	基础饲粮
A 组 Group A	基础饲粮+0.10%江蓠渣
B 组 Group B	基础饲粮+0.25%江蓠渣
C 组 Group C	基础饲粮+0.50%江蓠渣
D 组 Group D	基础饲粮+0.10%江蓠渣发酵培养物
E 组 Group E	基础饲粮+0.25%江蓠渣发酵培养物
F 组 Group F	基础饲粮+0.50%江蓠渣发酵培养物

表 2　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 2　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　　%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
玉米 Corn	53.00	消化能 ME/(MJ/kg)	14.22
膨化大豆 Extruded soybean	15.80	粗蛋白质 CP	19.00
豆粕 Soybean meal	12.00	钙 Ca	0.80
鱼粉 Fish meal	5.00	总磷 TP	0.40
乳清粉 Dried whey	5.00	有效磷 AP	0.39
石粉 Limestone	0.90	赖氨酸 Lys	1.50
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.70	蛋氨酸 Met	0.45
食盐 NaCl	0.20	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.84
碳酸氢钠 $NaHCO_3$	0.40		
葡萄糖 Glucose	5.00		
预混料 Premix[1)]	2.00		
合计 Total	100.00		

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 9 000 IU，VB_1 1.0 mg，VB_2 8.0 mg，VB_6 8.0 mg，VB_{12} 0.015 mg，VD_3 500 IU，VE 15 IU，VK_3 2.5 mg，叶酸 folic acid 0.25 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 12.5 mg，烟酸 nicotinic acid 15 mg，Cu (as copper sulfate) 6 mg，Fe (as ferrous sulfate) 100.0 mg，Mn (as manganese sulfate) 4.0 mg，Zn (as zinc sulfate) 100.0 mg，I (as potassium iodide) 0.14 mg，Se (as sodium selenite) 0.30 mg。

[2)]营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3　检测指标

1.3.1　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物主要成分

粗蛋白质含量采用凯氏定氮法，参照GB/T 6432—1994；粗纤维含量采用上海纤检SLQ-6粗纤维测定仪测定；粗灰分含量参照GB/T 6438—2007饲料中粗灰分的测定方法；多肽含量采用三氯乙酸可溶性氮(TCA-NSI)法，参照文献[13]测定方法。益生菌：酵母菌数量测定参照GB/T 22547—2008中方法测定，地衣芽孢杆菌数量测定参照NY/T 1461—2007中方法测定，乳酸杆菌数量测定采用乳酸细菌培养基(MRS)涂布培养后计数。

1.3.2　生长性能指标

分别于试验开始和试验结束时对仔猪进行称重并按重量结算饲料，计算平均日采食量(ADFI)、平均日增重(ADG)与料重比(F/G)。自试验期开始，每日观察仔猪排粪情况，记录腹泻个体、腹泻次数，最后以组为单位计算腹泻率。

1.3.3　微生物菌群数量

各重复抽取体重相近的仔猪1头，在无菌条件下用小勺收取直肠内的新鲜内容物，装入灭菌的离心管，测定其pH，并分别采用MRS琼脂培养基和麦康凯琼脂培养基测每克直肠内容物中乳酸杆菌和大肠杆菌的数量。同时，每个重复收集1个健康仔猪排出新鲜粪便样品，测定粪便含水量及大肠杆菌数量。

1.4　统计方法

试验数据采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析，并用 Duncan 氏法进行多重比较检验，以 P<0.05 表示差异显著，试验数据均以平均值±标准差形式表示。

2　结果与分析

2.1　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物主要成分的比较

江蓠渣发酵培养物是以江蓠渣为主要基质，加入 1%玉米淀粉、3%麸皮、5%豆粕和 0.1%微量元素等培养基原料，采用液体发酵分别制备地衣芽孢杆菌、酿酒酵母和嗜酸乳杆菌的菌种，按 2:1:1 的比例混合后接种至固态基质，接种量为 10%，并补水到含水量达到 45%，于 32 ℃进行固态发酵，先好氧发酵 24 h，再厌氧发酵 48 h，发酵后采用气流干燥获得，干燥后样品水分含量低于 10%。发酵前后主要成分的比较如表 3 所示。

表 3　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物的主要成分

Table 3　The main composition of gracilari residue and gracilari residue fermentation culture

项目 Items	粗蛋白质含量 CP/%	粗纤维素含量 CF/%	粗灰分 Ash/%	多肽含量 Peptide content/%	益生菌数量 Probiotics quantity/(CFU/g)
江蓠渣 Gracilari residue feed	18.8	52.8	6.5	2.6	-
江蓠渣发酵培养物 Gracilari residue fermentation culture	22.1	46.5	4.9	12.9	＞1.0×10^9

益生菌主要含有地衣芽孢杆菌、酿酒酵母菌和嗜酸乳杆菌；“-”：　未检出。

Probiotics were composed of *Bacillus licheniformis*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus acidophilum*; “-” : undetected.

由表 3 可以看出，江蓠渣发酵后粗蛋白质含量明显增加，比发酵前增加了 17.55%，其主要来源于固态基质中豆粕的加入及菌体生长所增加的菌体蛋白；而粗纤维和粗灰分含量均比发酵前有显著降低，分别降低了 11.93%和 24.62%。此外，多肽含量从发酵前的 2.6%提高到了发酵后的 12.9%，其产生的多肽主要来源于江蓠渣中的蛋白质分解和豆粕的蛋白质分解；而且增加了益生菌，其中地衣芽孢杆菌、酿酒酵母菌和嗜酸乳杆菌的总数大于 1.0×10^9 CFU/g，主要以地衣芽孢杆菌为主。可见，以江蓠渣为主要固态基质，辅助一定的淀粉、豆粕和微量元素碳源、氮源等营养物质，能够有效提高菌体对江蓠渣的生物降解，降低了粗纤维含量，提高了蛋白质和多肽含量以及细菌数量。本研究将江蓠渣和江蓠渣发酵培养物用于后续断奶仔猪的饲养试验。

2.2　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物对断奶仔猪生长性能的影响

由表 4 可以看出，从 ADFI 上看，添加江蓠渣和江蓠渣发酵培养物的试验组与对照组相比均无显著差异（P>0.05）。从 ADG 上看，3 组添加江蓠渣的试验组略高于对照组，但均无

显著差异（P>0.05）；而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组与对照组相比，则显著提高(P<0.05)，其中 D 组效果最好，比对照组提高了 8.92%，E 组和 F 组分别比对照组提高了 5.52%和 4.69%。从 F/G 上看，3 组添加江蓠渣的试验组与对照组相比均无显著差异（P>0.05）；而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组与对照组相比则显著降低(P<0.05)，其中 D 组 F/G 最低，仅为 1.64，比对照组降低了 7.34%。从腹泻率上看，3 组添加江蓠渣的试验组随着江蓠渣添加量的增加其腹泻率有所增加，但无显著差异（P>0.05）；而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组的腹泻率均比对照组显著降低(P<0.05)，其中 F 组效果最好，腹泻率比对照组降低了 57.14%，D 组和 E 组分别比对照组降低了 52.86%和 54.28%。

表 4　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物对断奶仔猪生长性能的影响

Table 4　Effects of gracilari residue and gracilari residue fermentation culture on growth performance of weaned piglets

项目 Items	初重 Initial weight/kg	末重 Final weight/kg	平均日采食量 ADFI/g	平均日增重 ADG/g	料重比 F/G	腹泻率 Diarrhea rate/%
对照组 Control group	8.16±0.38	19.03±1.39	687.28±29.54	388.21±22.58[a]	1.77±0.06[a]	7.0±1.0[a]
A 组 Group A	8.13±0.26	19.13±1.18	679.71±32.28	392.86±18.27[a]	1.73±0.04[a]	6.7±0.7[a]
B 组 Group B	8.11±0.50	19.12±1.35	685.18±45.12	393.21±21.83[a]	1.74±0.04[a]	6.9±0.7[a]
C 组 Group C	8.09±0.41	19.02±1.65	690.82±37.29	390.36±26.12[a]	1.77±0.09[a]	7.3±1.1[a]
D 组 Group D	8.03±0.32	19.87±1.24	693.51±29.32	422.86±19.63[c]	1.64±0.06[c]	3.3±0.9[b]
E 组 Group E	8.05±0.27	19.52±1.45	691.81±42.15	409.64±26.83[b]	1.69±0.05[b]	3.2±0.6[b]
F 组 Group F	8.18±0.46	19.56±1.17	696.22±35.96	406.43±22.37[b]	1.71±0.08[b]	3.0±0.8[b]

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。表 5 同。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as Table 5.

2.3　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物对仔猪直肠微生物菌群数量的影响

由表 5 可以看出，3 组添加江蓠渣的试验组仔猪直肠中内容物的 pH 与对照组相比，均无显著差异（P＞0.05），而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组仔猪直肠中内容物的 pH 均显著低于对照组（P＜0.05），其中 E 组和 F 组均比对照组降低了 2.36%。从仔猪直肠中微生物菌群数量也可以看出，3 组添加江蓠渣的试验组仔猪直肠中的乳酸杆菌数量与对照组相比，均无显著差异（P＞0.05），而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组则显著提高了直肠中乳酸杆菌数量（P＜0.05），且乳酸杆菌数量随着江蓠渣发酵培养物添加量的增加而增加，其中 F 组效果最好，比对照组提高了 60.98%，D 组和 E 组也比对照组提高了 45.73%和 49.39%。同时，从仔猪直肠中大肠杆菌数量也可以看出，3 组添加江蓠渣的试验组与对照组相比，均无显著差异（P＞0.05），而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组则显著降低了大肠杆菌数量（P＜0.05），大肠杆菌数量随着添加量的增加而下降，其中 F 组效果最好，比对照组降低了 24.72%；D 组和 E 组也分别比对照组降低了 16.48%和 18.68%。

表 5　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物对仔猪直肠微生物菌群的影响

Table 5　Effects of gracilari residue and gracilari residue fermentation culture on microbiota in rectum of weaned piglets　CFU/g

项目 Items	pH	乳酸杆菌数量 *Lactobacillus* quantity/×10^8	大肠杆菌数量 *Escherichia coli* quantity/×10^7
对照组 Control group	3.82±0.04[a]	1.64±0.14[a]	1.82±0.09[a]
A 组 Group A	3.80±0.03[a]	1.62±0.11[a]	1.76±0.11[a]
B 组 Group B	3.84±0.03[a]	1.67±0.07[a]	1.77±0.05[a]
C 组 Group C	3.81±0.04[a]	1.63±0.13[a]	1.87±0.10[a]
D 组 Group D	3.75±0.02[b]	2.39±0.10[b]	1.52±0.18[b]
E 组 Group E	3.73±0.02[b]	2.45±0.16[b]	1.48±0.29[b]
F 组 Group F	3.73±0.03[b]	2.64±0.31[c]	1.37±0.19[c]

2.4 江蓠渣和江蓠渣发酵培养物对仔猪粪便的影响

从表 6 可以看出，3 组添加江蓠渣的试验组粪便含水量均低于对照组，但差异均不显著（P>0.05），而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组粪便含水量均显著低于对照组（P＜0.05），且随着添加量的增加而降低，D 组、E 组和 F 组分别比对照组降低了 12.63%、16.22 和 17.95%。从粪便中的大肠杆菌数量来看，3 组添加江蓠渣的试验组与对照组相比均无显著差异（P>0.05），而 3 组添加江蓠渣发酵培养物的试验组均显著低于对照组（P＜0.05），3 组试验组分别比对照组降低了 25.68%、39.63 和 59.97%。可见，江蓠渣发酵培养物比江蓠渣更能减少粪便含水量，有利于粪便的成形，同时也能有利于减少粪便中的大肠杆菌数量。

表 6　江蓠渣和江蓠渣发酵培养物对仔猪粪便的影响

Table 6　Effects of gracilari residue and gracilari residue fermentation culture on the feces of weaned piglets

项目 Items	对照组 Control group	A 组 Group A	B 组 Group B	C 组 Group C	D 组 Group D	E 组 Group E	F 组 Group F
含水量 water content/%	75.2±2.1[a]	75.1±3.2[a]	73.4±4.1[a]	74.5±3.3[a]	65.7±2.2[b]	63.0±1.7[b]	61.7±2.0[c]
大肠杆菌 *Escherichia coli*/[(CFU/g)×10^5]	7.67±1.11[a]	7.50±0.30[a]	7.63±0.38[a]	7.80±0.26[a]	5.70±0.72[c]	4.63±0.66[d]	3.07±0.56[e]

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05).

3　讨　论

在本研究中，江蓠渣在仔猪饲养中对仔猪的生长性能和直肠中的微生物菌群均未起到较好的改善作用，反而当添加量增达到 0.50%时，会使仔猪的腹泻率和直肠中的大菌杆菌数量有所提高，但差异并不显著。可见，江蓠渣直接作为饲料产品来使用，未能取得较好的效果，这可能与其主要成分有关，江蓠渣主要以纤维素为主，并含有一定量的蛋白质和残余琼胶，

但纤维素和残余琼胶难以降解，蛋白质分子量较大，因此江蓠渣难以被仔猪有效利用，对仔猪的生长性能并无较好的改善作用。这在其他海藻废渣在畜禽饲养中也有相关报道，如王平等[14]应用海带渣替代仔猪饲料中5%麸皮，结果表明对仔猪生长性能无影响；而王红芳等[15]在蛋鸡饲粮中添加5%的海带渣对蛋鸡的采食量、产蛋率、料蛋比影响不显著，但可显著提高蛋鸡的平均蛋重。而在水产饲养中，一定量海藻废渣可提高饲料利用率，如甘纯玑等[16]应用海带渣进行罗非鱼养殖研究，结果表明，添加5%海带渣饲料，其增重率和生长比均优于对照组，但添加量增大到 30%时，养殖效果明显恶化，各项指标均处于较低水平，表明饲料中粗纤维含量过高，将影响罗非鱼对饲料营养成分的吸收和利用。可见海藻废渣直接作为饲料产品，其效果不太明显，主要与其较高的纤维素含量有关，但可作为饲料原料中麸皮等原料的替代品，可节约成本；同时也可以考虑进一步在生长猪和母猪中进行应用，效果可能会更好。

而江蓠渣发酵培养物则能有效地改善仔猪的生长性能和直肠中的微生物菌群数量，3组试验组均能有效地降低F/G，其中0.10%添加量的效果最好，达到1.64；同时3组试验组均能有效地提高乳酸杆菌数量和降低大肠杆菌数量，从而有效地改善了微生物菌群数量，降低了仔猪的腹泻率。可见，以江蓠渣中的纤维素、蛋白质和残余琼胶以及辅助一定量的淀粉、豆粕和微量元素等作为培养基的碳源和氮源成分，利用地衣芽孢杆菌、酿酒酵母菌和嗜酸乳杆菌等复合微生物菌剂的协同发酵作用，可有效改善其成分，发酵产品不仅提高了蛋白质含量和多肽含量，而且增加了地衣芽孢杆菌、酿酒酵母菌和嗜酸乳杆菌等活性益生菌，显著改善了产品的品质。如赵祥忠[17]利用热带假丝酵母和枯草芽孢杆菌发酵海带渣，研究其发酵前后对海参生长性能的影响，结果表明，发酵后的海带渣饲喂海参明显优于未发酵的海带渣，且具有改善海参肉质、体色、品质等优点。可见，利用微生物发酵技术可有效提高海藻类工业废料的产品价值，从而提高其利用率。

但是，同时必须看到，本试验中接种的地衣芽孢杆菌、酿酒酵母菌和嗜酸乳杆菌3株微生物菌株对纤维素的降解效果有限，粗纤维素含量仅降低了 11.93%。因此，可以考虑加入富产纤维素酶的曲霉(如米曲霉)进行协同发酵，从而更能有效地降解江蓠中的纤维素而提高其利用度。

目前，其他海藻类废渣（如海带渣）已经开发相关饲料产品并在畜禽和水产养殖中进行了应用，取得了一定效果。因此，合理的海藻加工下脚料和工业废渣的开发利用，将会有效避免潜在的环境污染，提高海藻相关产品的附加值，促进海产品加工产业的健康成长。

4 结 论

①江蓠渣可作为地衣芽孢杆菌、酿酒酵母和嗜乳酸杆菌发酵的主要基质，发酵后其培养物中降低了粗纤维素含量，提高了蛋白质和多肽含量以及菌体数量。

②饲粮添加0.10%的江蓠渣发酵培养物可改善仔猪肠道菌群，减轻腹泻，促进仔猪生长，ADG提高了8.92%，F/G降低了7.34%。可见，江蓠渣经微生物发酵后可改善其产品品质，可望开发成一种新型的微生态制剂产品加以利用。

参考文献：

[1] 潘江球,李思东.江蓠的资源开发利用新进展[J].热带农业科学,2010,30(10):47–50,89.
[2] 吴湛霞,董静静,李思东,等.国内江蓠提取琼胶加工工艺的研究进展[J].广西轻工业,2010(9):19–20,22.
[3] 赵谋明,刘通讯,吴晖,等.江蓠藻的营养学评价[J].营养学报,1997,19(1):64–70.
[4] 李来好,李刘冬,杨贤庆,等.江蓠方便食品的加工工艺及毒理的研究[J].食品与发酵工业,2003,29(7):10–13.

[5] 徐姗楠,温珊珊,吴望星,等.真江蓠(*Gracilaria verrucosa*)对网箱养殖海区的生态修复及生态养殖匹配模式[J].生态学报,2008,28(4):1466–1475.
[6] 汤坤贤,焦念志,游秀萍,等.菊花心江蓠在网箱养殖区的生物及修复作用[J].中国水产科学,2005,12(2):156–161.
[7] 肖美添,叶静,汤须崇,等.江蓠藻膳食纤维的降血糖及抗氧化作用[J].华侨大学学报:自然科学版,2009,30(6):665–667.
[8] 叶静,肖美添,汤须崇.江蓠藻膳食纤维吸附脂肪、胆固醇和胆酸钠的研究[J].营养与功能,2010,26(1):92–94.
[9] 许永安,陈菲菲,吴靖娜.江蓠提胶废渣制备不溶性膳食纤维工艺研究[J].渔业现代化,2011,38(4):49–52,40.
[10] 刘生利,杨磊,李思东,等.江蓠提取琼胶后残渣制备羧甲基纤维素的研究[J].辽宁化工,2010,39(12):1232–1235.
[11] 戚勃,杨贤庆,李来好,等.江蓠藻渣膳食纤维制备工艺[J].食品科学,2011,32(24):31–35.
[12] 杨磊,刘生利,李思东,等.江蓠残渣膳食纤维的酶法功能活化研究[J].食品工业科技,2012,33(13):167–169,173.
[13] 陈洁梅,熊娟,常磊,等.芽孢杆菌在豆粕固态发酵中的应用研究[J].饲料工业,2011,32(9):15–19.
[14] 王平,杨维仁,杨在宾,等.饲粮中添加海带渣对生长猪生产性能的影响[J].饲料博览,2009(6):40–41.
[15] 王红芳,杨维仁,杨在宾,等.日粮中添加海带渣对蛋鸡生产性能的影响[J].中国饲料添加剂,2009(7):17–20.
[16] 甘纯玑,彭时尧,施木田,等.海带废渣处理处理条件及其在罗非鱼饲料中的利用[J].中国环境科学,1996,16(4):315–320.
[17] 赵祥忠.微生物发酵技术在制备海带渣饲料中的应用研究[D].硕士学位论文.济南:山东轻工业学院,2012:41–45.

Effects of Gracilari Residue Fermentation Culture on Growth Performance and Rectal Microflora of Weaned Piglets

LI Yongning[1*] ZHU Hongyan[1] WU Kun[2] LIAN Jianyun[2] XIAO Mietian[3]

（1. *Fujian Health College, Fuzhou* 350101, *China;* 2. *Fujian Xinminke Biology Science and Technology Development Co., Ltd., Fuzhou* 350008, *China;* 3. *College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Xiamen* 361021, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to evaluate the effects of gracilari residue fermentation culture on growth performance and rectal microflora of weaned piglets. Two hundred and ten healthy 28-day-old weaned piglets were randomly allocated into 7 groups with 3 replicates per group and 10 pigs per replicate. Piglets in the control group were fed a basal diet, while the others in the experimental groups were fed the experimental diets supplemented with 0.10%, 0.25% and 0.50% gracilari residue or gracilari residue fermentation culture, respectively. The results showed that compared with the control group, gracilari residue had no significant effects on the growth performance of weaned piglets (P>0.05), however, gracilari residue fermentation culture could significant improved the average daily gain (P<0.05), and could significant decreased feed to gain and diarrhea rate (P<0.05), also could significant decreased water content and the quantity of *Escherichia coli* in the feces (P<0.05). Compared with control group, the experimental group with addition of 0.10% gracilari residue fermentation culture significantly decreased feed to gain and

diarrhea rate by 7.34% and 52.86%, respectively, and significantly increased the quantity of *Lactobacillus* by 45.73% and decreased the quantity of *Escherichia coli* by 16.48% in rectum, also significantly decreased the water content and the quantity of *Escherichia coli* by 12.63% and 25.68% in the feces, respectively. In conclusion, dietary supplemented with 0.10% gracilari residue fermentation culture can improve the growth performance of weaned piglets, and decrease feed to gain and diarrhea rate, as well as improve the microbiota in the rectum.

Key words: gracilari residue; fermentation culture; weaned piglet; growth performance; rectal microflora

---

*Author, LI Yongning, lecturer, E-mail: yongningli@163.com (责任编辑　武海龙)